



(19) **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 19 839 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
H 01 G 4/005
H 01 G 4/30
H 01 L 23/58
H 01 L 25/065

(21) Aktenzeichen: 100 19 839.2
(22) Anmeldetag: 20. 4. 2000
(43) Offenlegungstag: 21. 6. 2001

DE 100 19 839 A 1

(30) Unionspriorität:
11-329012 19. 11. 1999 JP
(71) Anmelder:
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP
(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479
München

(72) Erfinder:
Naito, Yasuyuki, Nagaokakyo, JP; Taniguchi,
Masaaki, Nagaokakyo, JP; Kuroda, Yoichi,
Nagaokakyo, JP; Hori, Haruo, Nagaokakyo, JP;
Kondo, Takanori, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Mehrschichtkondensator, Verdrahtungssubstrat, Entkopplungsschaltung und Hochfrequenzschaltung

(57) Ein Mehrschichtkondensator ist aufgebaut, um eine Äquivalenzreiheninduktivität (ESL) zu minimieren, und weist erste innere Elektroden und zweite innere Elektroden, die einander gegenüberliegend angeordnet sind, auf. Die ersten inneren Elektroden sind über einen ersten Durchführungsleiter mit einer ersten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden, wobei die zweiten inneren Elektroden über einen zweiten Durchführungsleiter mit einer zweiten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden sind. Die ersten und zweiten Durchführungsleiter sind auf eine solche Art und Weise angeordnet, daß magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden fließt, induziert wird, unterdrückt werden. Zusätzlich sind einige dieser Durchführungsleiter angeordnet, um erste und zweite Randdurchführungsleiter zu definieren, die mit den ersten und zweiten inneren Elektroden an jedem Rand der ersten und zweiten inneren Elektroden verbunden sind.

DE 100 19 839 A 1

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESDRUCKEREI 04.01 102 025/31/1

16

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Mehrschichtkondensatoren, Verdrahtungssubstrate, Entkopplungsschaltungen und Hochfrequenzschaltungen. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Mehrschichtkondensatoren für eine Verwendung bei Hochfrequenzschaltungen und auf Verdrahtungssubstrate, Entkopplungsschaltungen und Hochfrequenzschaltungen, die solche Mehrschichtkondensatoren aufweisen.

Die meisten herkömmlichen Mehrschichtkondensatoren sind aus dielektrischen Keramikmaterialien oder dergleichen gebildet. Solche Mehrschichtkondensatoren umfassen einen Kondensator mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten, eine Mehrzahl von Paaren von einander gegenüberliegend angeordneten ersten inneren Elektroden und eine Mehrzahl von Paaren von einander gegenüberliegend angeordneten zweiten inneren Elektroden, die in einer Richtung abwechselnd angeordnet sind, in der die dielektrischen Schichten laminiert sind, wobei sich die Paare von Elektroden über die dielektrischen Schichten gegenüberliegen, um eine Mehrzahl von Kondensatoreinheiten zu definieren. Eine erste äußere Anschlußelektrode ist auf einer ersten Endoberfläche des Kondensators vorgesehen, wobei eine zweite äußere Anschlußelektrode auf einer zweiten Endoberfläche derselben vorgesehen ist. Die ersten inneren Elektroden erstrecken sich heraus zu der ersten Endoberfläche des Kondensators, um mit der ersten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden zu sein. Zusätzlich erstrecken sich die zweiten inneren Elektroden heraus zu der zweiten Endoberfläche des Kondensators, um mit der zweiten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden zu sein.

Bei dem im vorhergehenden beschriebenen Mehrschichtkondensator fließt beispielsweise Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der ersten äußeren Anschlußelektrode, und insbesondere fließt der Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der zweiten inneren Elektrode, von der aus der Strom durch eine dielektrische Schicht fließt, um die erste innere Elektrode zu erreichen, wobei derselbe daraufhin, nachdem er durch die erste innere Elektrode geflossen ist, die erste äußere Anschlußelektrode erreicht.

Wenn die Kapazität eines Kondensators durch das Symbol C angezeigt wird, eine Äquivalenzreiheninduktivität (ESL; ESL = equivalent series inductance) durch das Symbol L angezeigt wird, und der Widerstandswert einer Elektrode, der als ein Äquivalenzreihenwiderstandswert (ESR; ESR = equivalent series resistance) bezeichnet wird, durch das Symbol R angezeigt wird, wird ein Ersatzschaltbild für den Kondensator durch eine Schaltung dargestellt, bei der die Kapazität, die Äquivalenzreiheninduktivität und der Äquivalenzreihenwiderstandswert, die durch die Symbole C, L bzw. R angezeigt werden, in Reihe geschaltet sind.

Bei diesem Ersatzschaltbild ist eine Resonanzfrequenz f_0 gleich einem Wert, der durch einen Ausdruck von $1/[2\pi \times (L \times C)^{1/2}]$ erhalten wird, wobei die Schaltung bei Frequenzen, die höher als die Resonanzfrequenz sind, nicht als ein Kondensator wirkt. In anderen Worten ausgedrückt, ist, wenn ein Wert von L, d. h. der Wert von ESL, klein ist, die Resonanzfrequenz f_0 höher, so daß die Schaltung bei höheren Frequenzen verwendet werden kann. Obwohl in Betracht gezogen worden ist, Kupfer für die inneren Elektroden zu verwenden, um den Wert von ESR zu reduzieren, ist ein Kondensator mit einem reduzierten ESL-Wert erforderlich, wenn der Kondensator in Mikrowellenbereichen verwendet wird.

Zusätzlich ist es bei einem Kondensator, der als ein Ent-

kopplungskondensator verwendet wird, der mit einer Leistungsversorgungsschaltung verbunden ist, die Leistung zu einem MPU-Chip als eine Mikroverarbeitungseinheit zuführt, die in einer Arbeitsstation, einem Personalcomputer oder anderen solchen elektronischen Vorrichtungen mit einem Prozessor enthalten ist, ferner notwendig, den ESL-Wert zu reduzieren.

Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Struktur darstellt, bei der eine MPU 1 und eine Leistungsversorgungseinheit 2 verbunden sind.

In Fig. 13 weist die MPU 1 einen MPU-Chip 3 und eine Speichereinheit 4 auf. Die Leistungsversorgungseinheit 2 führt dem MPU-Chip 3 Leistung zu. Ein Entkopplungskondensator 5 ist mit einer Leistungsversorgungsschaltung von der Leistungsversorgungseinheit 2 zu dem MPU-Chip 3 verbunden. Zusätzlich ist auf der Seite der Speichereinheit 4 eine Signalschaltung angeordnet, die sich von dem MPU-Chip 3 erstreckt.

Ähnlich zu einem typischen Typ eines Entkopplungskondensators wird der Entkopplungskondensator 5, der in der im vorhergehenden beschriebenen MPU 1 umfaßt ist, zum Absorbieren von Rauschen und zum Glätten von Leistungsversorgungsschwankungen verwendet. Zusätzlich ist in neuerer Zeit die Herstellung des MPU-Chips 3 mit einer Betriebsfrequenz von über 500 MHz und bis 1 GHz geplant worden. Hinsichtlich eines solchen MPU-Chips 3 ist es, um Hochgeschwindigkeitsoperationen zu erzielen, notwendig, eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion aufzuweisen, um die Leistung von der elektrischen Leistung, die in einem Kondensator geladen ist, binnen weniger Nanosekunden zuzuführen, wenn die Leistung beispielsweise während des Einschaltens unmittelbar erfordert wird.

Folglich ist es bei dem Entkopplungskondensator 5, der bei der MPU 1 verwendet wird, notwendig, daß derselbe eine Induktivitätskomponente aufweist, die so niedrig wie möglich, beispielsweise 10 pH oder weniger, ist. Folglich ist für solche Anwendungen ein Kondensator mit einer solchen niedrigen Induktivität erforderlich.

Insbesondere wird bei einem bestimmten MPU-Chip 3 mit einer Betriebstaktfrequenz von etwa 500 MHz eine Gleichleistung von etwa 2,0 W zugeführt, wobei ein Leistungsverbrauch etwa 24 W beträgt, d. h. derselbe ist derart entworfen, daß ein Strom von etwa 12 A fließt. Um den Leistungsverbrauch zu reduzieren, wenn eine MPU 1 nicht arbeitet, wird ein Schlafmodus, bei dem der Leistungsverbrauch auf 1 W oder weniger abfällt, eingenommen. Wenn von einem Schlafmodus zu einem aktiven Modus gewechselt wird, muß dem MPU-Chip 3 die Leistung, die für den aktiven Modus notwendig ist, während des Betriebstaktes zugeführt werden. Bei der Betriebsfrequenz von 500 MHz muß beispielsweise, wenn von dem Schlafmodus zu dem aktiven Modus gewechselt wird, die Leistung innerhalb etwa 4 bis 7 Nanosekunden zugeführt werden.

Da es jedoch unmöglich ist, die im vorhergehenden beschriebene Leistung von der Leistungsversorgungseinheit 2 rechtzeitig zuzuführen, wird während der Zeitdauer, bevor die Leistung von der Leistungsversorgungseinheit 2 zugeführt wird, dem MPU-Chip 3 die Leistung zugeführt, indem die Ladung, die in dem Entkopplungskondensator 5 gespeichert ist, der in der Nähe des MPU-Chips 3 angeordnet ist, freigesetzt wird.

Wenn die Betriebstaktfrequenz 1 GHz beträgt, muß, um eine solche Funktion zu erfüllen, der ESL-Wert des Entkopplungskondensators 5, der in der Nähe des MPU-Chips 3 angeordnet ist, zumindest 10 pH oder weniger betragen.

Da der ESL-Wert des im vorhergehenden erwähnten herkömmlichen Mehrschichtkondensators in einem Bereich von etwa 500 pH bis 800 pH liegt, ist derselbe viel höher als

der Wert von 10 pH, der im vorhergehenden beschrieben wurde. Bei einem Mehrschichtkondensator wird eine Induktivitätskomponente erzeugt, da ein magnetischer Fluß mit einer Richtung, die durch eine Richtung des Stromes, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, bestimmt wird, induziert wird, wodurch eine Selbstinduktivitätskomponente erzeugt wird.

Bezüglich des im vorhergehenden beschriebenen Hintergrunds werden die Strukturen von Mehrschichtkondensatoren, die in der Lage sind, eine Reduzierung des ESL-Wertes zu erzielen, beispielsweise in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-256216, dem U.S.-Patent Nr. 5,880,925, der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-159008, der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 11-144996 und der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 7-201651 präsentiert.

Die im vorhergehenden erwähnte Reduzierung des ESL-Wertes wird hauptsächlich dadurch erzielt, daß der magnetische Fluß, der in dem Mehrschichtkondensator induziert wird, unterdrückt bzw. ausgeglichen wird. Um eine solche Unterdrückung des magnetischen Flusses zu erzeugen, wird die Richtung des Stromes, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, verschiedenartig eingestellt. Um die Richtung des Stromes verschiedenartig einzustellen, wird zusätzlich die Anzahl der Anschlußelektroden, die an einer Außenoberfläche des Kondensators angeordnet sind, und die Anzahl von Bauteilen von inneren Elektroden, die sich erstrecken, um mit den Anschlußelektroden elektrisch verbunden zu sein, erhöht, wobei daraufhin die sich erstreckenden Teile der inneren Elektroden angeordnet werden, um in verschiedenen Richtungen angeordnet zu sein.

Die im vorhergehenden beschriebenen Maßnahmen zum Erhalten des reduzierten ESL-Wertes bei dem Mehrschichtkondensator, wie er im vorhergehenden beschrieben wurde, sind jedoch nicht wirksam genug.

Obwohl beispielsweise eine Struktur, bei der sich die inneren Elektroden zu den zwei gegenüberliegenden Seitenoberflächen des Kondensators heraus erstrecken, in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-256216, dem U.S.-Patent Nr. 5,880,925 und der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-159008 beschrieben ist, kann der ESL-Wert lediglich auf etwa 100 pH herab reduziert werden.

Obwohl in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 11-144996 eine Struktur beschrieben ist, bei der sich die inneren Elektroden zu den vier Seitenoberflächen des Kondensators heraus erstrecken, ist der wirksamste Wert von ESL in diesem Fall ebenfalls nicht kleiner als 40 pH.

Obwohl darüberhinaus in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 7-201651 eine Struktur beschrieben ist, bei der sich die inneren Elektroden zu der oberen und der unteren Hauptoberfläche des Kondensators heraus erstrecken, ist der wirksamste Wert von ESL in diesem Fall ebenfalls nicht kleiner als 50 pH.

Um die ESL-Werte von 10 pH oder weniger zu erhalten, muß folglich herkömmlicherweise bei einer Hochfrequenzschaltung mit einer Leistungsversorgungsleitung, die für einen MPU-Chip verwendet wird, der einen solchen Mehrschichtkondensator umfaßt, eine Mehrzahl von parallel geschalteten Mehrschichtkondensatoren an einem Verdrahtungssubstrat angebracht sein. Als ein Ergebnis wird die Fläche, die zum Anbringen der Mehrschichtkondensatoren erforderlich ist, sehr erhöht, was eine Reduzierung der Kosten und der Größe der elektronischen Vorrichtungen, die solche Hochfrequenzschaltungen definieren, verhindert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Mehrschichtkondensator mit einem kleineren ESL-Wert zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 19 gelöst.

Um die Probleme, die im vorhergehenden beschrieben wurden, zu überwinden, liefern bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen Mehrschichtkondensator, der einen ESL-Wert sehr und wirksam reduziert.

Zusätzlich liefern bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ein Verdrahtungssubstrat, eine Entkopplungsschaltung und eine Hochfrequenzschaltung, die einen solchen neuartigen Mehrschichtkondensator umfassen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Mehrschichtkondensator mit einem Kondensatorhauptkörper bereitgestellt, der eine Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten aufweist. Innerhalb des Kondensators sind zumindest ein Paar von ersten inneren Elektroden und zumindest ein Paar von zweiten inneren Elektroden angeordnet, wobei sich die Paare von Elektroden über spezifizierte dielektrische Schichten der Mehrzahl von dielektrischen Schichten gegenüberliegen. Erste äußere Anschlußelektroden und zweite äußere Anschlußelektroden sind auf zumindest einer Hauptoberfläche, die sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden in dem Kondensator erstreckt, angeordnet.

Darüberhinaus sind eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern und eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern innerhalb des Kondensators angeordnet. Die ersten Durchführungsleiter verlaufen durch spezifizierte dielektrische Schichten, um die ersten inneren Elektroden und die ersten äußeren Anschlußelektroden derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter von den zweiten inneren Elektroden elektrisch isoliert sind. Zusätzlich verlaufen die zweiten Durchführungsleiter durch spezifizierte dielektrische Schichten, um die zweiten inneren Elektroden und die zweiten äußeren Anschlußelektroden derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter von den ersten inneren Elektroden elektrisch isoliert sind. Die ersten und zweiten Durchführungsleiter sind derart angeordnet, daß diese Durchführungsleiter magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken.

Um die im vorhergehenden erwähnten technischen Probleme zu lösen, weist die Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern erste Randdurchführungsleiter auf, die mit den ersten inneren Elektroden an den Rändern der ersten inneren Elektroden verbunden sind, wobei die Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern zweite Randdurchführungsleiter aufweist, die mit den zweiten inneren Elektroden an den Rändern der zweiten inneren Elektroden verbunden sind.

Die ersten Randdurchführungsleiter weisen vorzugsweise erste Randdurchführungsleiter auf, die mit den ersten inneren Elektroden an den Seiten der ersten inneren Elektroden verbunden sind, wobei die zweiten Randdurchführungsleiter zweite Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den zweiten inneren Elektroden an den Seiten der zweiten inneren Elektroden verbunden sind.

Zusätzlich können zumindest der ersten Randdurchführungsleiter oder die zweiten Randdurchführungsleiter Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit entsprechenden inneren Elektroden an Ecken der entsprechenden inneren Elektroden verbunden sind.

Ferner können die ersten Randdurchführungsleiter erste Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den ersten inneren Elektroden an den Seiten der ersten inneren Elektroden verbunden sind, wobei die zweiten Randdurchführungsleiter zweite Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den zweiten inneren Elektroden an den Seiten der zweiten

inneren Elektroden verbunden sind. Zugleich können zumindest die ersten Randdurchführungsleiter oder die zweiten Randdurchführungsleiter Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit entsprechenden inneren Elektroden an Elektroden der entsprechenden inneren Elektroden verbunden sind.

Bei dem Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden vorzugsweise in einer punktierten Anordnung entsprechend den ersten und zweiten Durchführungsleitern verteilt.

In diesem Fall ist vorzugsweise an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden ein Lötmittelhöcker vorgesehen.

Zusätzlich sind bei dem Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden lediglich auf einer Hauptoberfläche des Hauptkörpers des Kondensators angeordnet. Alternativ können die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden auf beiden Hauptoberflächen desselben angeordnet sein, oder die ersten äußeren Anschlußelektroden können auf einer Hauptoberfläche des Kondensators und die zweiten äußeren Anschlußelektroden können auf der anderen Hauptoberfläche desselben angeordnet sein.

Der Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann vorteilhafterweise als ein Entkopplungskondensator verwendet werden, der mit einer Leistungsverorgungsschaltung für einen MPU-Chip verbunden ist, der in einer Mikroverarbeitungseinheit (Mikroverarbeitungseinheit = Micro-Processing Unit) untergebracht ist.

Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Verdrahtungssubstrat zum Anbringen eines der im vorhergehenden erwähnten Mehrschichtkondensatoren geliefert.

Wenn einige bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung an dem Verdrahtungssubstrat angebracht werden, kann als ein spezifisches bevorzugtes Ausführungsbeispiel ein MPU-Chip, der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, an dem Verdrahtungssubstrat angebracht sein. Zusätzlich kann das Verdrahtungssubstrat einen heiß-seitigen Leistungsverorgungsverdrahtungsleiter, der Leistung für den MPU-Chip zuführt, und einen Masse-Verdrahtungsleiter aufweisen, wobei entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden, die bei einem der im vorhergehenden erwähnten Mehrschichtkondensatoren verwendet werden, mit dem heiß-seitigen Leistungsverorgungsverdrahtungsleiter elektrisch verbunden sein können, wobei die anderen der ersten äußeren Anschlußelektroden und der zweiten äußeren Anschlußelektroden mit dem Masse-Verdrahtungsleiter verbunden sein können.

Die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden, die in einem der im vorhergehenden erwähnten Mehrschichtkondensatoren angeordnet sind, sind vorzugsweise durch einen Höcker mit dem Verdrahtungssubstrat verbunden.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine Entkopplungsschaltung mit einem der Mehrschichtkondensatoren, die im vorhergehenden beschrieben wurden, geliefert.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine Hochfrequenzschaltung mit einem der Mehrschichtkondensatoren, die im vorhergehenden beschrieben wurden, geliefert.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente anzeigen. Es zeigen:

Fig. 1A und 1B Draufsichten, die die innere Struktur eines Mehrschichtkondensators gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellen, wobei Fig. 1A eine Schnittoberfläche zeigt, bei der eine erste innere Elektrode angeordnet ist, und Fig. 1B eine Schnittoberfläche zeigt, bei der eine zweite innere Elektrode angeordnet ist;

Fig. 2 eine Schnittansicht durch die Linie II-II, die in jeder der Fig. 1A und 1B gezeigt ist;

Fig. 3 eine Draufsicht, die einen Mehrschichtkondensator darstellt, der als ein Vergleichsbeispiel zum Untersuchen der Charakteristika des Mehrschichtkondensators, der in Fig. 1A und 1B gezeigt ist, präpariert ist;

Fig. 4 eine Draufsicht, die einen Mehrschichtkondensator darstellt, der als ein weiteres Vergleichsbeispiel präpariert ist, das verglichen wird, um die Charakteristika des Mehrschichtkondensators, der in Fig. 1A und 1B gezeigt ist, zu untersuchen;

Fig. 5 eine Draufsicht, die einen Mehrschichtkondensator gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 6 eine Schnittansicht, die einen Mehrschichtkondensator gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 7 eine Schnittansicht, die einen Mehrschichtkondensator gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 8 eine Draufsicht, die einen Mehrschichtkondensator gemäß einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 9 eine Draufsicht, die einen Mehrschichtkondensator gemäß einem sechsten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 10 eine Draufsicht, die die Positionsbeziehungen zwischen einer inneren Elektrode und Durchführungsleitern zeigt, um ein siebtes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zu veranschaulichen;

Fig. 11 eine Draufsicht, die ein achttes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 12 eine Schnittansicht, die ein Strukturbeispiel einer MPU darstellt, bei der der Mehrschichtkondensator gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren; und

Fig. 13 ein Blockdiagramm, das die Struktur darstellt, bei der eine MPU und eine Leistungsverorgungseinheit verbunden sind.

Fig. 1A, 1B und 2 zeigen jeweils einen Mehrschichtkondensator 11 gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 1A und 1B sind Draufsichten, die die innere Struktur des Mehrschichtkondensators 11 darstellen. Fig. 1A und 1B zeigen unterschiedliche Schnittoberflächen. Fig. 2 ist zusätzlich eine Schnittansicht, die entlang einer Linie II-II, die in jeder von Fig. 1A und 1B gezeigt ist, entnommen ist.

Der Mehrschichtkondensator 11 weist einen Hauptkörper auf, der durch einen Kondensator 13 mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten 12 definiert ist. Die dielektrischen Schichten 12 sind vorzugsweise aus beispielsweise dielektrischen Keramikmaterialien oder anderen geeigneten Materialien hergestellt.

Innerhalb des Kondensators 13 sind zumindest ein Paar von ersten inneren Elektroden 14 und zumindest ein Paar von zweiten inneren Elektroden 15 angeordnet, wobei sich die Paare von Elektroden über die dielektrischen Schichten 12 gegenüberliegen. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind vorzugsweise eine Mehrzahl von Paaren von ersten inneren Elektroden 14 und eine Mehrzahl von Paaren

von zweiten inneren Elektroden 15 vorgesehen.

Zusätzlich sind eine erste äußere Anschlußelektrode 18 und eine zweite äußere Anschlußelektrode 19 auf zumindest einer von Hauptoberflächen 16 und 17 des Kondensators 13, die sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden 14 und 15 erstrecken, angeordnet, d. h. bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel auf der Hauptoberfläche 17.

Darüberhinaus verlaufen innerhalb des Kondensators 13 eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern 20 und 20a durch spezifizierte dielektrische Schichten 12, um die ersten inneren Elektroden 14 und die ersten äußeren Anschlußelektroden 18 derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter 20 und 20a von den zweiten inneren Elektroden 15 elektrisch isoliert sind. Zusätzlich verlaufen eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern 21 und 21a durch spezifizierte dielektrische Schichten 12, um die zweiten inneren Elektroden 15 und die zweiten äußeren Anschlußelektroden 19 derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter 21 und 21a von den ersten inneren Elektroden 14 elektrisch isoliert sind.

Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Mehrzahl von ersten inneren Elektroden 14 und die Mehrzahl von zweiten inneren Elektroden 15 angeordnet, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. In dieser Situation sind die Kapazitäten, die zwischen den ersten und zweiten inneren Elektroden 14 und 15 erzeugt werden, durch die ersten und zweiten Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a parallel geschaltet. Die auf diese Weise parallel geschalteten Kapazitäten erstrecken sich von den ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 heraus.

Die ersten Durchführungsleiter 20 und 20a und die zweiten Durchführungsleiter 21 und 21a sind derart angeordnet, daß dieselben magnetische Felder gegenseitig unterdrücken bzw. ausgleichen, die durch Ströme induziert werden, die durch die inneren Elektroden 14 und 15 fließen. In anderen Worten ausgedrückt, sind bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Durchführungsleiter 20 und 20a und die zweiten Durchführungsleiter 21 und 21a in einem solchen Zustand angeordnet, daß die Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a jeweils an einer Ecke eines im wesentlichen rechteckigen Körpers, insbesondere an einer Ecke eines im wesentlichen Quadrat-förmigen Körpers positioniert sind. Zusätzlich sind die ersten Durchführungsleiter 20 und 20a jeweils benachbart zu den zweiten Durchführungsleitern 21 und 21a angeordnet.

Als die charakteristische Struktur von verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind einige der ersten Durchführungsleiter 20 und 20a erste Randdurchführungsleiter 20a, die mit den ersten inneren Elektroden 14 an dem Randabschnitt der ersten inneren Elektroden 15 verbunden sind. Zusätzlich sind einige der zweiten Durchführungsleiter 21 und 21a zweite Randdurchführungsleiter 21a, die mit den zweiten inneren Elektroden 15 an dem Randabschnitt der zweiten inneren Elektroden 15 verbunden sind.

Zusätzlich sind bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel die im vorhergehenden beschriebenen ersten Randdurchführungsleiter 20a mit den ersten inneren Elektroden 14 an der Seite der ersten inneren Elektroden 14 verbunden, wobei die zweiten Randdurchführungsleiter 21a mit den zweiten inneren Elektroden 15 an der Seite der zweiten inneren Elektroden 15 verbunden sind.

Die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 sind auf einer Hauptoberfläche 17 derart angeordnet, daß die äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 in einer punktierten Konfiguration verteilt sind, die jedem der ersten und zweiten Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a entspricht. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel wei-

sen die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 vorzugsweise leitfähige Anschlußflächen 22 bzw. 23 und Lötmitthöcker 24 bzw. 25 auf. Die Lötmitthöcker 24 und 25 sind auf den Anschlußflächen 22 und 23 vorgesehen.

Bei dem Mehrschichtkondensator 11 mit einer solchen Struktur wird der ESL-Wert sehr reduziert.

Um zu bestätigen, daß der Mehrschichtkondensator 11 gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung bezüglich der Reduzierung des ESL-Werts eine vorteilhafte Struktur aufweist, wurde durch ein Resonanzverfahren der ESL-Wert bei dem Mehrschichtkondensator 11 gemessen, wobei als ein Ergebnis ein Wert von 18 pH gemessen wurde. Bei der Struktur des Mehrschichtkondensators 11 sind die inneren Elektroden 14 und 15 und die Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a vorzugsweise aus einer leitfähigen Paste, die Nickel aufweist, hergestellt. Darüberhinaus betragen die Abmessungen von jeder der inneren Elektroden 14 und 15 etwa 4,0 mm × 4,0 mm, ein Ausrichtungswiederholabstand der Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a betrug etwa 1,0 mm, die Durchmesser der Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a betragen etwa 0,1 mm, und die Außendurchmesser jedes Isolationsbereiches, der zwischen den inneren Elektroden 14 und den Durchführungsleitern 21 und 21a und zwischen den inneren Elektroden 15 und den Durchführungsleitern 20 und 20a angeordnet ist, betrug etwa 0,2 mm.

Das im vorhergehenden erwähnte Resonanzverfahren ist ein Verfahren, bei dem zuerst die Frequenzcharakteristika der Impedanz eines Mehrschichtkondensators als eine Testprobe für die Messung erhalten wird, wobei bei einer Frequenz f_0 an einem Minimalpunkt in der Frequenzcharakteristika ein Wert von ESL durch $1/[(2\pi f_0)^2 \times C]$ definiert ist. In diesem Fall ist der Minimalpunkt in den Frequenzcharakteristika äquivalent zu einem Reihenresonanzpunkt zwischen der Kapazitätskomponente C und ESL des Kondensators.

Darüberhinaus wurden als ein Vergleichsbeispiel Mehrschichtkondensatoren gemäß den folgenden Beispielen 1 bis 3 hergestellt, um jeden ESL-Wert derselben zu messen. Beim Herstellen der Mehrschichtkondensatoren, die bei den Beispielen 1 bis 3 verwendet wurden, wurde im wesentlichen dasselbe Verfahren wie dasjenige zum Herstellen des Mehrschichtkondensators 11 als die im vorhergehenden erwähnte Testprobe verwendet.

Obwohl bei diesem Beispiel der Mehrschichtkondensator 11 vorzugsweise insgesamt 21 Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a aufweist, weist der Mehrschichtkondensator, der bei dem Beispiel 1 verwendet wird, nicht die Randdurchführungsleiter 20a und 21a auf, die bei dem Mehrschichtkondensator 11 umfaßt sind. Die anderen Strukturelemente bei dem Mehrschichtkondensator, der bei dem Beispiel 1 verwendet wird, sind dieselben wie diejenigen bei dem Mehrschichtkondensator 11. Der Mehrschichtkondensator des Beispiels 1 weist vorzugsweise insgesamt neun Durchführungsleiter auf, die lediglich an der Mitte positioniert sind. Bei dem Mehrschichtkondensator des Beispiels 1 wurde ein hoher ESL-Wert von 82 pH erhalten.

Bei dem Beispiel 2 war, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, obwohl der Ausrichtungswiederholabstand der Durchführungsleiter 20 und 21 derselbe wie derjenige in dem Fall des Mehrschichtkondensators 11 war, kein Randdurchführungsleiter angeordnet, wobei eine Gesamtzahl von 16 Durchführungsleitern 20 und 21 lediglich an der Mitte positioniert war. Bei dem Mehrschichtkondensator des Beispiels 2 wurde ein relativ hoher ESL-Wert von 45 pH erhalten.

Bei dem Beispiel 3, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, ist der Ausrichtungswiederholabstand der Durchführungsleiter 20 und 21 enger gemacht worden, wobei eine Gesamtzahl von 25 Durchführungsleitern 20 und 21 lediglich an der Mitte

angeordnet war. Bei dem Mehrschichtkondensator des Beispiels 3 wurde ein hoher ESL-Wert von 28 pH erhalten. Dieser Wert ist höher als der ESL-Wert von 18 pH, der bei dem im vorhergehenden erwähnten Mehrschichtkondensator 11 erhalten wurde, obwohl das Beispiel 3 insgesamt 25 Durchführungsleiter 20 und 21 aufwies, was die Gesamtanzahl von Durchführungsleitern 20, 20a, 21 und 21a, die bei dem Mehrschichtkondensator 11 angeordnet sind, überschritt. Es ist folglich herausgefunden worden, daß es, um einen ESL-Wert zu reduzieren, wirksam ist, die Randdurchführungsleiter 20a und 21a vorzusehen.

Fig. 5 zeigt einen Mehrschichtkondensator 26 gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 1A gezeigt ist. In Fig. 5 werden dieselben Bezugszeichen verwendet, um Elemente anzuzeigen, die denjenigen, die in Fig. 1A und 1B gezeigt sind, äquivalent sind, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 26, der in Fig. 5 gezeigt ist, sind als Randdurchführungsleiter ein erster Randdurchführungsleiter 20a und ein zweiter Randdurchführungsleiter 21a, die mit einer ersten inneren Elektrode 14 bzw. einer zweiten inneren Elektrode 15 verbunden sind, an Zwischenpunkten auf jeder Seite der ersten und zweiten inneren Elektrode 14 und 15 angeordnet, wobei der Randdurchführungsleiter 20a, der mit der ersten inneren Elektrode 14 verbunden ist, an jeder Ecke der ersten inneren Elektrode 14 angeordnet ist.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, kann mit dem Randdurchführungsleiter 20a an jeder Ecke der ersten inneren Elektrode 14 verglichen zu dem Fall des Mehrschichtkondensators 11 gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel eine weitere Reduzierung des ESL-Wertes erzielt werden. Gemäß dem im vorhergehenden erwähnten Verfahren zum Messen des ESL-Wertes wurde bei dem Mehrschichtkondensator 26 ein ESL-Wert von 15 pH gemessen.

Fig. 6 zeigt einen Mehrschichtkondensator 27 gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 2 gezeigt ist. In Fig. 6 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um Elemente anzuzeigen, die zu denjenigen, die in Fig. 2 gezeigt sind, äquivalent sind, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 27, der in Fig. 6 gezeigt ist, ist eine erste äußere Anschlußelektrode 18 auf einer Hauptoberfläche 16 eines Kondensators 13 angeordnet, wobei eine zweite äußere Anschlußelektrode 19 auf der anderen Hauptoberfläche 17 desselben angeordnet ist.

Fig. 7 zeigt einen Mehrschichtkondensator 28 gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 2 gezeigt ist. In Fig. 7 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um Elemente anzuzeigen, die zu denjenigen, die in Fig. 2 gezeigt sind, äquivalent sind, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 28, der in Fig. 7 gezeigt ist, sind sowohl eine erste äußere Anschlußelektrode 18 als auch eine zweite äußere Anschlußelektrode 19 auf jeder der zwei Hauptoberflächen 16 und 17 eines Kondensators 13 angeordnet.

Bei dem Mehrschichtkondensator 11, der in Fig. 2 gezeigt ist, können die Stromflüsse an dem Abschnitt, der in Fig. 2 gezeigt ist, in den ersten Durchführungsleitern 20 und 20a und den zweiten Durchführungsleitern 21 und 21a relativ zueinander umgekehrt sein. Im Gegensatz dazu sind bei dem Mehrschichtkondensator 27, der in Fig. 6 gezeigt ist, und dem Mehrschichtkondensator 28, der in Fig. 7 gezeigt ist,

die Richtungen des Stroms, der in den ersten Durchführungsleitern 20 und 20a und den zweiten Durchführungsleitern 21 und 21 fließt, die selben. Dementsprechend ist es offensichtlich, daß hinsichtlich der Vorteile bezüglich einer Reduzierung des ESL-Werts der Mehrschichtkondensator 11, der in Fig. 2 gezeigt ist, effektiver als der Mehrschichtkondensator 27, der in Fig. 6 gezeigt ist, und der Mehrschichtkondensator 28, der in Fig. 7 gezeigt ist, ist.

Fig. 8 zeigt einen Mehrschichtkondensator 29 gemäß einem fünften bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 1A gezeigt ist. In Fig. 8 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um Elemente anzuzeigen, die zu denjenigen, die in Fig. 1A und 1B gezeigt sind, äquivalent sind, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 29, der in Fig. 8 gezeigt ist, ist eine Gesamtanzahl von 36 ersten Durchführungsleitern 20 und 20a und zweiten Durchführungsleitern 21 und 21a vorgesehen. Wie es hier gezeigt ist, kann die Anzahl von Durchführungsleitern wahlweise geändert werden, wenn dies notwendig ist.

Der Mehrschichtkondensator 29 weist wie in dem Fall des Mehrschichtkondensators 26, der in Fig. 5 gezeigt ist, die Randdurchführungsleiter 20a und 21a an jeder Ecke der inneren Elektroden 14 auf. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das den Mehrschichtkondensator 29 verwendet, befinden sich, da insgesamt sechs Randdurchführungsleiter 20a und 21a an einer Seite jeder inneren Elektrode 14 und 15 positioniert sind, sowohl unter den ersten als auch den zweiten Randdurchführungsleitern 20a und 21a einige Durchführungsleiter, die an jeder Ecke der inneren Elektroden 14 und 15 positioniert sind. Mit anderen Worten ausgedrückt, sind einige der ersten und zweiten Randdurchführungsleiter 20a und 21a an jeder Ecke der inneren Elektrode 14 und 15 mit den ersten und zweiten inneren Elektroden 14 und 15 verbunden.

Fig. 9 zeigt einen Mehrschichtkondensator 30 gemäß einem sechsten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist zu der Ansicht, die in Fig. 1A gezeigt ist, äquivalent. In Fig. 9 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um Elemente anzuzeigen, die zu denjenigen, die in Fig. 1 gezeigt sind, äquivalent sind, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensator 30, der in Fig. 9 gezeigt ist, sind die ersten Durchführungsleiter 20 und 20a und zweiten Durchführungsleiter 21 und 21a auf eine solche Art und Weise angeordnet, daß die Durchführungsleiter an Ecken einer im wesentlichen dreieckigen Form, insbesondere einen regelmäßigen Dreiecks, angeordnet sind.

Bezüglich des bevorzugten Ausführungsbeispiels, das in Fig. 9 gezeigt ist, kann die verteilte Konfiguration, die zum Anordnen der Durchführungsleiter angenommen wird, auf andere Weisen modifiziert werden. Es kann beispielsweise die Konfiguration zum Positionieren der Durchführungsleiter an jeder Ecke eines Sechsecks angewendet werden.

Fig. 10 ist eine Draufsicht, die die Positionsbeziehung zwischen den inneren Elektroden 14 und den Durchführungsleitern 20, 20a, 21 und 21a gemäß einem siebten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Bei den im vorhergehenden erwähnten ersten bis sechsten bevorzugten Ausführungsbeispielen sind die Randdurchführungsleiter 20a und 21d mit den inneren Elektroden 14 und 15 an den Seiten der inneren Elektroden 14 und 15 verbunden. In diesem Fall ist in der Figur nicht eine Anordnung der inneren Elektrode 15 gezeigt. Diese Randdurchführungsleiter 20a und 21a können innerhalb der Seiten der inneren

Elektroden 14 und 15 positioniert sein, wie es in Fig. 10 gezeigt ist. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das in Fig. 10 gezeigt ist, sind die Randdurchführungsleiter 20a und 21a auf eine solche Art und Weise angeordnet, daß diese Randdurchführungsleiter 20a und 21a jede Seite der inneren Elektroden 14 und 15 berühren.

Fig. 11 zeigt eine Draufsicht, die ein achttes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt, das zu demjenigen, das in Fig. 10 gezeigt ist, äquivalent ist.

Verglichen zu dem Fall, der in Fig. 10 gezeigt ist, sind in Fig. 11 die Randdurchführungsleiter 20a und 21a weiter innen von den Seiten der inneren Elektroden 14 und 15 positioniert. In dieser Situation ist die Anordnung der Elektroden 15 in dieser Figur nicht gezeigt. Auf diese Weise ist, wenn die Randdurchführungsleiter 20a und 21a weiter innerhalb der Seiten der inneren Elektroden 14 und 15 positioniert sind, ein Abstand 31 zwischen jedem der Mittelabschnitte der Randdurchführungsleiter 20a und 21a und jeder Seite der inneren Elektroden 14 und 15 vorzugsweise eingestellt, um etwa 1/3 eines Ausrichtungswiederholabstandes 32 der Durchführungsleiter 20, 20a, 21 und 21a oder kürzer als 1/3 des Ausrichtungswiederholabstandes 32 zu sein.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, wird der Mehrschichtkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung bezugnehmend auf jedes der Ausführungsbeispiele, die in den Figuren gezeigt sind, dargestellt. Es können jedoch weitere verschiedene Modifikationen bezüglich der Anzahl und Positionen der inneren Elektroden, der äußeren Anschlußelektroden und der Durchführungsleiter, die bei den verschiedenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung verwendet werden, angewendet werden. Darüberhinaus sollte die Querschnittskonfiguration der Durchführungsleiter nicht auf die abgerundeten Konfigurationen, wie sie in den Figuren gezeigt sind, begrenzt werden. Eine im wesentlichen viereckige oder im wesentlichen sechseckige Form kann beispielsweise als eine Modifikation verwendet werden.

Der Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise vorteilhaft angepaßt werden, um einen Entkopplungskondensator 5 zu definieren, der bei der im vorhergehenden erwähnten MPU 1 angeordnet ist, die in Fig. 13 gezeigt ist. Das strukturelle Beispiel in Fig. 12 zeigt die Struktur einer MPU mit dem Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, der einen Entkopplungskondensator definiert.

Bezugnehmend auf Fig. 12 weist eine MPU 33 ein Verdrahtungssubstrat 35 mit einer Mehrschichtstruktur auf, bei dem auf der unteren Oberfläche desselben ein Hohlraum 34 angeordnet ist. Ein MPU-Chip 36 ist auf der oberen Oberfläche des Verdrahtungssubstrats 35 Oberflächen-angebracht. Zusätzlich ist innerhalb des Hohlraums 34 des Verdrahtungssubstrats 35 der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden, der einen Entkopplungskondensator definiert, enthalten. Ein solcher Mehrschichtkondensator kann beispielsweise der Mehrschichtkondensator 11 gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel sein. Darüberhinaus ist das Verdrahtungssubstrat 35 an einer Hauptplatine 37 Oberflächen-angebracht.

Wie es in der Figur schematisch gezeigt ist, sind Verdrahtungsleiter, die bei der MPU 33 notwendig sind, auf einer Oberfläche des Verdrahtungssubstrats 35 und in dem Inneren des Verdrahtungssubstrats 35 vorgesehen. Mit diesen Verdrahtungsleitern werden Verbindungen erhalten, wie sie in Fig. 13 gezeigt sind.

Als repräsentative Leiter unter den Verdrahtungsleitern sind innerhalb des Verdrahtungssubstrats 35 eine heiß-sei-

tige Leistungsverorgungsverdrahtungselektrode 38 und eine Masse-Elektrode 39 vorgesehen.

Die heiß-seitige Leistungsverorgungselektrode 38 ist über einen heiß-seitigen Leistungsverorgungsdurchkontaktierungslochleiter 40 mit einer ersten äußeren Anschlußelektrode 18 eines Mehrschichtkondensators 11 und über einen heiß-seitigen

Leistungsverorgungsdurchkontaktierungslochleiter 41 mit einem spezifizierten Anschluß 42 des MPU-Chips 36 elektrisch verbunden. Darüberhinaus ist die heiß-seitige Leistungsverorgungselektrode 38 über einen heiß-seitigen Leistungsverorgungsdurchkontaktierungslochleiter 43 mit einer heiß-seitigen leitfähigen Kontaktfläche 44 einer Hauptplatine 37 elektrisch verbunden.

Zusätzlich ist eine Masse-Elektrode 39 über einen Masse-Durchkontaktierungslochleiter 45 mit einer zweiten äußeren Anschlußelektrode 19 des Mehrschichtkondensators 11 und über einen Masse-Durchkontaktierungslochleiter 46 mit einem spezifizierten Anschluß 47 des MPU-Chips 36 elektrisch verbunden. Darüberhinaus ist die Masseelektrode 39 über einen Masse-Durchkontaktierungslochleiter 48 mit einer Masse-seitigen leitfähigen Kontaktierungsfläche 49, der Hauptplatine 37 elektrisch verbunden.

Bei dem Mehrschichtkondensator 11, der im vorhergehenden beschrieben wurde, sind die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 mit den Durchkontaktierungslochleitern 40 und 45 durch Höcker verbunden, obwohl dies in Fig. 12 nicht detailliert gezeigt ist.

In Fig. 12 wurde eine Speichereinheit, die zu der Speichereinheit 4, die in Fig. 13 gezeigt ist, äquivalent ist, weggelassen.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, sind gemäß dem Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung zumindest ein Paar von ersten inneren Elektroden und zumindest ein Paar von zweiten inneren Elektroden, die sich über spezifizierte dielektrische Schichten einander gegenüberliegen, innerhalb eines Kondensators als dem Hauptkörper mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten angeordnet. Die Hauptoberflächen des Kondensators erstrecken sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden, wobei erste äußere Anschlußelektroden und zweite äußere Anschlußelektroden auf einer der Hauptoberflächen angeordnet sind. Innerhalb des Kondensators sind eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern, die die ersten inneren Elektroden und die ersten äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbinden, und eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern, die die zweiten inneren Elektroden und die zweiten äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbinden, angeordnet. In dieser Situation kann, da die ersten und zweiten Durchführungsleiter derart angeordnet sind, daß die Durchführungsleiter magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken, ein Strom, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, in verschiedene Richtungen ausgerichtet werden, und die Länge des Stroms verkürzt werden. Als ein Ergebnis kann bei dem Kondensator nicht nur ein ESL-Wert sehr reduziert werden, sondern es können ferner die Auswirkungen des Unterdrückens der magnetischen Felder an den Rändern der inneren Elektroden angewendet werden, da die ersten und zweiten Durchführungsleiter erste und zweite Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den ersten und bzw. zweiten inneren Elektroden an jedem Rand der ersten und zweiten inneren Elektroden verbunden sind. Dementsprechend kann eine weitere Reduzierung des ESL-Werts erzielt werden.

Folglich kann eine Resonanzfrequenz des Mehrschichtkondensators höher sein, und das Frequenzband, in dem der Mehrschichtkondensator einen Kondensator definiert, höher

liegen. Der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ist ausreichend anpaßbar, um Frequenzen, die bei elektronischen Schaltungen verwendet werden, viel höher zu machen. Der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise als ein Überbrückungskondensator oder ein Entkopplungskondensator verwendet werden, der in Hochfrequenzschaltungen umfaßt ist.

Obwohl bei dem Entkopplungskondensator, der verwendet wird, indem derselbe mit einem MPU-Chip oder einer anderen Komponente kombiniert wird, eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion erforderlich ist, kann der Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung bezüglich der Hochgeschwindigkeitsoperationen für die schnelle Leistungsversorgungsfunktion ausreichend verträglich sein, da der ESL-Wert des Kondensators klein ist.

Wenn zusätzlich der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung an einem geeigneten Verdrahtungssubstrat angebracht wird, können die äußeren Anschlußelektroden, die bei dem Mehrschichtkondensator umfaßt sind, vorteilhaft durch Höcker verbunden werden. Heutzutage besteht beispielsweise bei den Halbleiterchips, wie z. B. den MPU-Chips, eine Tendenz dazu, Verbindungen durch Höcker herzustellen, da die Betriebsfrequenzen höher werden. Das Anordnen von Hauptoberflächenanschlußelektroden stimmt mit dieser Tendenz überein. Darüberhinaus ermöglicht eine Verbindung durch Höcker, daß eine Anbringung mit hoher Dichte erzielt werden kann, so daß die Erzeugung einer parasitären Induktivität bei den Verbindungen verhindert werden kann.

Bei der vorliegenden Erfindung weisen die Merkmale jedes bevorzugten Ausführungsbeispiels, die im folgenden beschrieben werden, Vorteile auf, bei denen das Unterdrücken der im vorhergehenden erwähnten magnetischen Felder sehr verbessert und die elektrische Länge sehr verringert wird, was zu einer wirksameren Reduzierung des ESL-Werts führt.

Die ersten und zweiten Randdurchführungsleiter umfassen erste und zweite Randdurchführungsleiter, die mit den ersten bzw. zweiten inneren Elektroden an den Seiten der ersten und zweiten inneren Elektroden verbunden sind. Ferner weisen zumindest die ersten Randdurchführungsleiter oder die zweiten Randdurchführungsleiter Randdurchführungsleiter auf, die mit entsprechenden inneren Elektroden an Ecken der entsprechenden inneren Elektroden verbunden sind. Die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden sind lediglich auf einer Hauptoberfläche des Kondensators angeordnet.

Patentansprüche

1. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:
 - einem Kondensatorkörper (13) mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten (12);
 - zumindest einem Paar von ersten inneren Elektroden (14) und zumindest einem Paar von zweiten inneren Elektroden (15), wobei sich die Paare von ersten inneren Elektroden (14) und zweiten inneren Elektroden (15) über eine der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, gegenüberliegen;
 - ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die auf zumindest einer Hauptoberfläche (17) des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei sich die Hauptoberfläche

(17) im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden (14, 15) erstreckt;

einer Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern (20, 20a) und einer Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern (21, 21a), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei die ersten Durchführungsleiter (20, 20a) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die ersten inneren Elektroden (20, 20a) und die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter (20, 20a) von den zweiten inneren Elektroden (15) elektrisch isoliert sind, und wobei die zweiten Durchführungsleiter (21, 21a) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die zweiten inneren Elektroden (15) und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter (21, 21a) von den ersten inneren Elektroden (14) elektrisch isoliert sind, wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21, 20a, 21a) derart angeordnet sind, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21, 20a, 21a) magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden (14, 15) fließt, induziert werden, gegenseitig unterdrücken; und

ersten Randdurchführungsleitern (20a), die in den ersten Durchführungsleitern (20, 20a) umfaßt sind, und zweiten Randdurchführungsleitern (21a), die in den zweiten Durchführungsleitern (21, 21a) umfaßt sind, wobei die ersten Randdurchführungsleiter (20a) mit den ersten inneren Elektroden (14) an den Rändern der ersten inneren Elektroden (14) verbunden sind, und wobei die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) mit den zweiten inneren Elektroden (15) an den Rändern der zweiten inneren Elektroden (15) verbunden sind.

2. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1, bei dem die ersten Randdurchführungsleiter (20a) erste Randdurchführungsleiter (20a) aufweisen, die mit den ersten inneren Elektroden (14) an Seiten der ersten inneren Elektroden (14) verbunden sind, und die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) zweite Randdurchführungsleiter (21a) aufweisen, die mit den zweiten inneren Elektroden (15) an Seiten der zweiten inneren Elektroden (15) verbunden sind.

3. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem zumindest die ersten Randdurchführungsleiter (20a) oder die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit entsprechenden inneren Elektroden (14, 15) an Ecken der entsprechenden inneren Elektroden (14, 15) verbunden sind.

4. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) in einer punktierten Konfiguration entsprechend den ersten und zweiten Durchführungsleitern (20, 20a, 21, 21a) verteilt sind.

5. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 4, bei dem an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) ein Lötmittelhöcker (24, 25) vorgesehen ist.

6. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) lediglich auf einer Hauptoberfläche (17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

7. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) auf beiden Hauptoberflächen

(16, 17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

8. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die ersten äußeren Anschlußelektroden (19) auf einer Hauptoberfläche (17) des Kondensators (13) angeordnet sind, und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (18) auf der anderen Hauptoberfläche (16) desselben angeordnet sind.

9. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem der Kondensator (13) angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren, der in einem MPU-Chip einer Mikroverarbeitungseinheit vorgesehen ist.

10. Verdrahtungssubstrat (35) mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, der auf demselben angebracht ist.

11. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 10, bei dem ein MPU-Chip (36), der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, auf dem Verdrahtungssubstrat (35) mit einem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter (38, 41, 43) zum Zuführen von Leistung, die für den MPU-Chip (36) verwendet wird, und einem Masse-Verdrahtungsleiter (39, 46, 48) angebracht ist, wobei entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die in dem Mehrschichtkondensator umfaßt sind, mit dem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter (38, 41, 45) elektrisch verbunden sind, und die anderen Anschlußelektroden der ersten äußeren Anschlußelektroden (18) der zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) mit dem Masse-Verdrahtungsleiter (39, 46, 48) verbunden sind.

12. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 10 oder 11, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) jeweils durch einen Höcker mit dem Verdrahtungssubstrat (35) verbunden sind.

13. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

14. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem eine Querschnittskonfiguration der Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) im wesentlichen kreisförmig ist.

15. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem eine Querschnittskonfiguration der Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) im wesentlichen viereckig und im wesentlichen sechseckig ist.

16. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, 14 oder 15, bei dem die ersten Randdurchführungsleiter (20a) und die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) an Zwischenpunkten auf jeder Seite der ersten und zweiten inneren Elektroden (14, 15) angeordnet sind.

17. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 oder 14 bis 16, bei dem zumindest einer der ersten Randdurchführungsleiter (20a), der mit der ersten inneren Elektrode (14) verbunden ist, an einer Ecke einer der ersten inneren Elektroden (14) angeordnet ist.

18. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 oder 14 bis 17, bei dem einer der zweiten Randdurchführungsleiter (21a), der mit der zweiten inneren Elektrode (15) verbunden ist, an einer Ecke einer der zweiten inneren Elektroden (15) angeordnet ist.

19. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:

einem Kondensatorkörper (13) mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten (12) und mit vier Seiten (16, 17);

zumindest einem Paar von ersten inneren Elektroden

(14) und zumindest einem Paar von zweiten inneren Elektroden (15), wobei sich die Paare von ersten inneren Elektroden (14) und zweiten inneren Elektroden (15) über eine der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) und an verschiedenen Positionen in dem Kondensatorkörper (13) angeordnet sind, gegenüberliegen; ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die auf zumindest einer Hauptoberfläche (17) des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei sich die Hauptoberfläche (17) im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden (14, 15) erstreckt;

einer Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern (20, 20a) und einer Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern (21, 21a), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei die ersten Durchführungsleiter (20, 20a) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die ersten inneren Elektroden (14) und die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter (20, 20a) von den zweiten inneren Elektroden (15) elektrisch isoliert sind, und wobei die zweiten Durchführungsleiter (21, 21a) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die zweiten inneren Elektroden (15) und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter (21, 21a) von den ersten inneren Elektroden (14) elektrisch isoliert sind; wobei sich die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21, 20a, 21a) von den ersten beziehungsweise zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) entlang eines Hauptabschnitts der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) erstrecken, und wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) derart angeordnet sind, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden (14, 15) fließt, induziert werden, gegenseitig unterdrücken.

20. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 19, bei dem jeder erste äußere Anschluß (18) entlang der zumindest einen Hauptoberfläche (17) des Kondensatorkörpers (13) benachbart zu einem der zweiten äußeren Anschlüsse (19) positioniert ist.

21. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 19, bei dem jeder erste Durchführungsleiter (20, 20a) innerhalb des Kondensatorkörpers (13) benachbart zu einem der zweiten Durchführungsleiter (21, 21a) positioniert ist.

22. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 21, bei dem die ersten äußeren Anschlüsse (18) eine erste Polarität aufweisen, und die zweiten äußeren Anschlüsse (19) eine zweite Polarität aufweisen, die zu der ersten Polarität entgegengesetzt ist.

23. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 22, der ferner erste Randdurchführungsleiter (20a), die in den ersten Durchführungsleitern (20, 20a) umfaßt sind, und zweite Randdurchführungsleiter (21a), die in den zweiten Durchführungsleitern (21, 21a) umfaßt sind, aufweist, wobei die ersten Randdurchführungsleiter (20a) mit den ersten inneren Elektroden (14) an den Rändern der ersten inneren Elektroden (14) verbunden sind, und die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) mit den zweiten inneren Elektro-

den (15) an den Rändern der zweiten inneren Elektroden (15) verbunden sind.

24. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 23, bei dem die ersten Randdurchführungsleiter (20a) erste Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den ersten inneren Elektroden (14) an Seiten der ersten inneren Elektroden (14) verbunden sind, und die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) zweite Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit den zweiten inneren Elektroden (15) an Seiten der zweiten inneren Elektroden (15) verbunden sind.

25. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 23 oder 24, bei dem zumindest die ersten Randdurchführungsleiter (20a) oder die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) Randdurchführungsleiter aufweisen, die mit entsprechenden inneren Elektroden an Ecken der entsprechenden inneren Elektroden verbunden sind.

26. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 25, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) in einer punktierten Konfiguration entsprechend den ersten und zweiten Durchführungsleitern (20, 20a, 21, 21a) verteilt sind.

27. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 26, bei dem an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) ein Lötmittelhöcker (24) vorgesehen ist.

28. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 27, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) lediglich auf einer Hauptoberfläche (17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

29. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 27, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) auf beiden Hauptoberflächen (16, 17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

30. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 27, bei dem die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) auf einer Hauptoberfläche (16) des Kondensators (13) angeordnet sind, und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) auf der anderen Hauptoberfläche (17) desselben angeordnet sind.

31. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 30, bei dem der Kondensator (13) angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren, der in einem MPU-Chip (36) einer Mikroverarbeitungseinheit vorgesehen ist.

32. Verdrahtungssubstrat (35) mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 31, der auf demselben angeordnet ist.

33. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 32, bei dem ein MPU-Chip (36), der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, auf dem Verdrahtungssubstrat (35) mit einem heiß-seitigen Leistungsver sorgungsverdrahtungsleiter (38, 41, 43) zum Zuführen von Leistung, die für den MPU-Chip (36) verwendet wird, und einem Masse-Verdrahtungsleiter (39, 46, 48) angebracht ist, wobei entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die in dem Mehrschichtkondensator umfaßt sind, mit den heiß-seitigen Leistungsver sorgungsverdrahtungsleitern (38, 41, 43) elektrisch verbunden sind, und die anderen Anschlußelektroden der ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und der zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) mit dem Masse-Verdrahtungsleiter (39, 46, 48) verbunden sind.

34. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 32 oder 33, bei dem die ersten und zweiten äußeren An-

schlußelektroden (18, 19) durch einen Höcker (24) mit dem Verdrahtungssubstrat (35) verbunden sind.

35. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 31.

36. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 31, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) im wesentlichen kreisförmig ist.

37. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 19 bis 31, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter (20, 20a, 21, 21a) im wesentlichen viereckig und im wesentlichen sechseckig ist.

38. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 23 bis 31, 38 oder 39, bei dem die ersten Randdurchführungsleiter (20a) und die zweiten Randdurchführungsleiter (21a) an Zwischenpunkten auf jeder Seite der ersten und zweiten inneren Elektroden (14, 15) angeordnet sind.

39. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 23 bis 31 oder 36 bis 38, bei dem zumindest einer der ersten Randdurchführungsleiter (20a), der mit der ersten inneren Elektrode (14) verbunden ist, an einer Ecke einer der ersten inneren Elektroden (14) angeordnet ist.

40. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 23 bis 31 oder 36 bis 39, bei dem einer der zweiten Randdurchführungsleiter (21a), der mit der zweiten inneren Elektrode (15) verbunden ist, an einer Ecke einer der zweiten inneren Elektroden (15) angeordnet ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1A

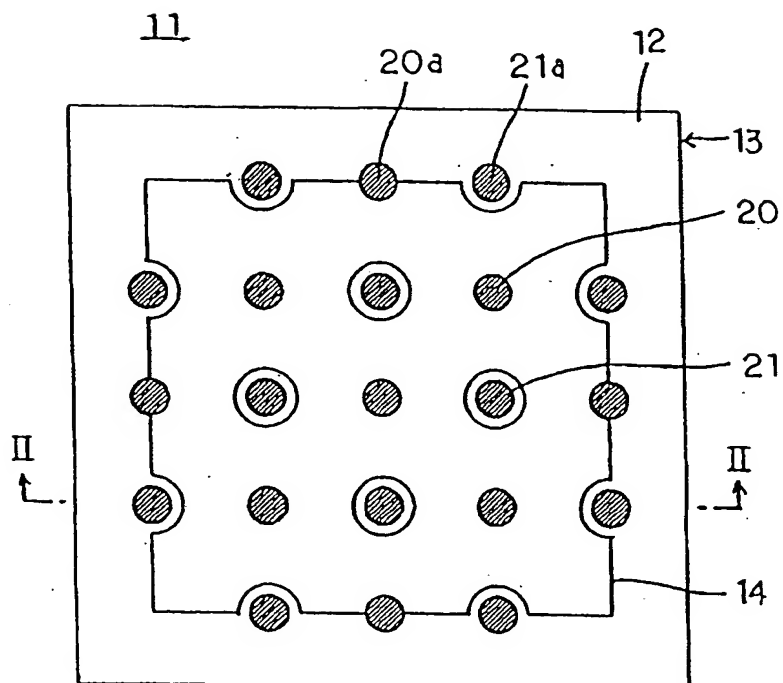


FIG. 1B

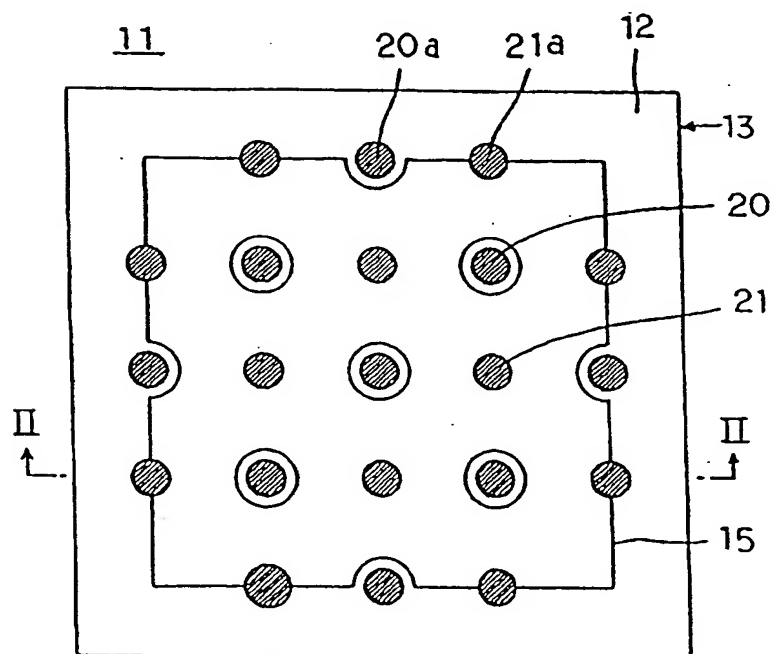


FIG. 2

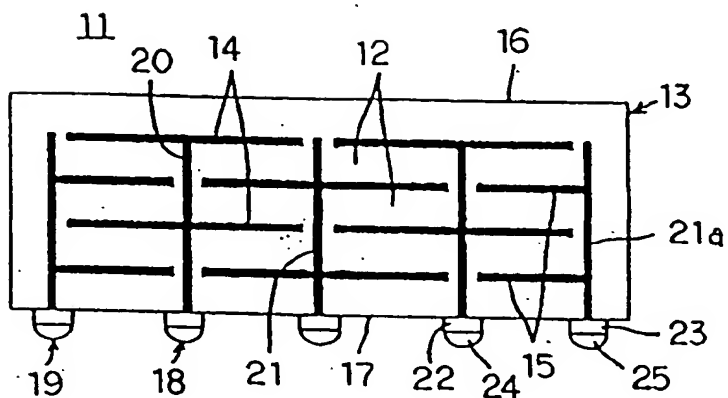


FIG. 3

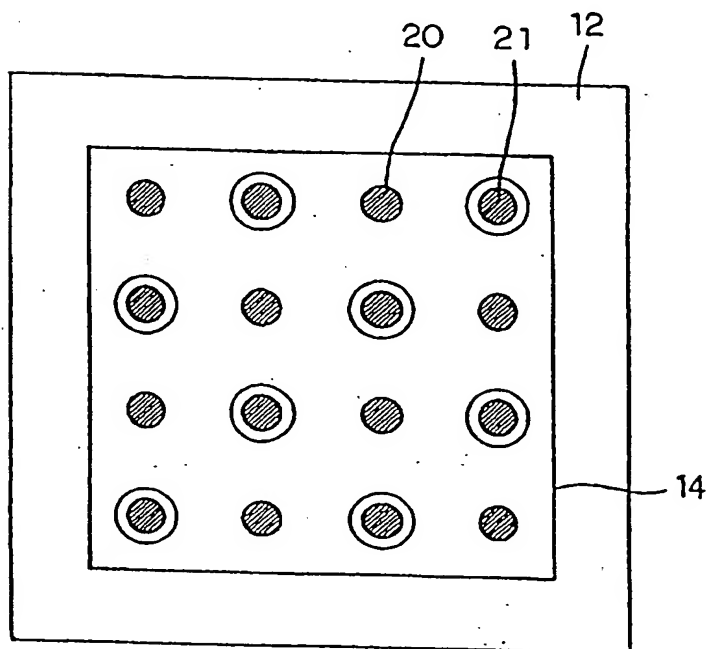


FIG. 4

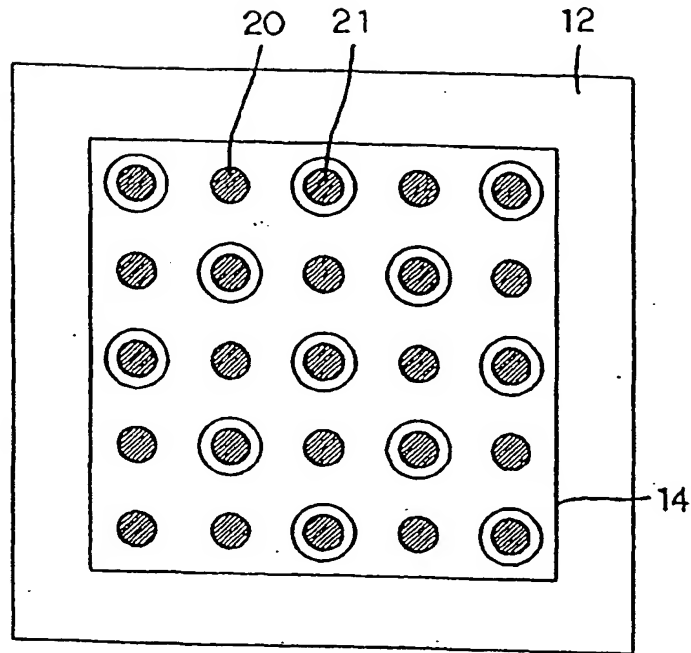


FIG. 5

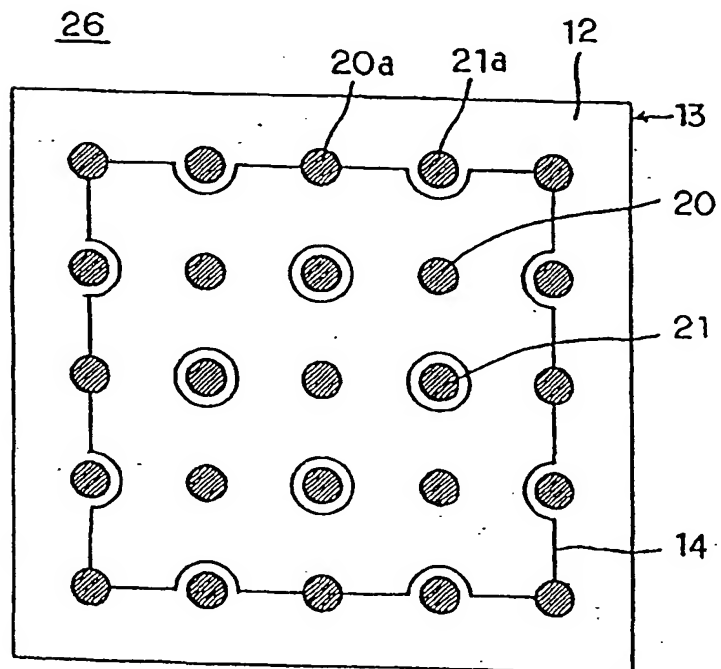


FIG. 6

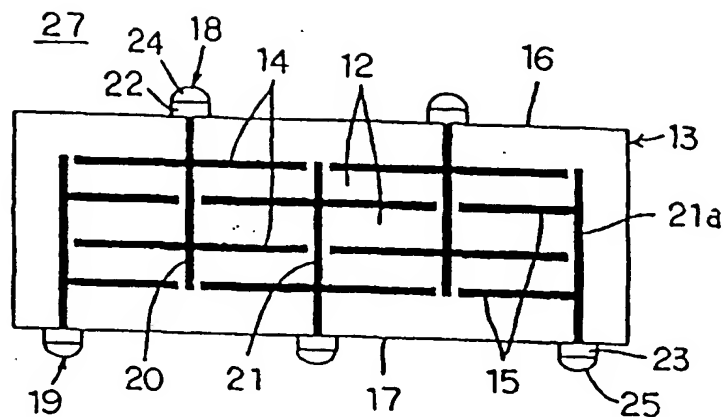


FIG. 7

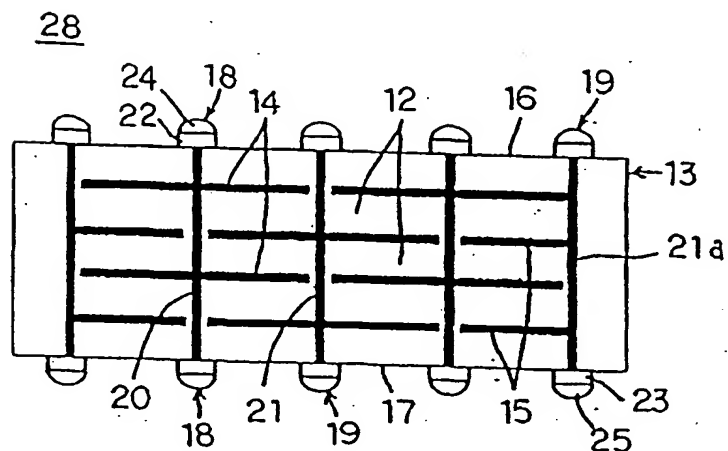


FIG. 8

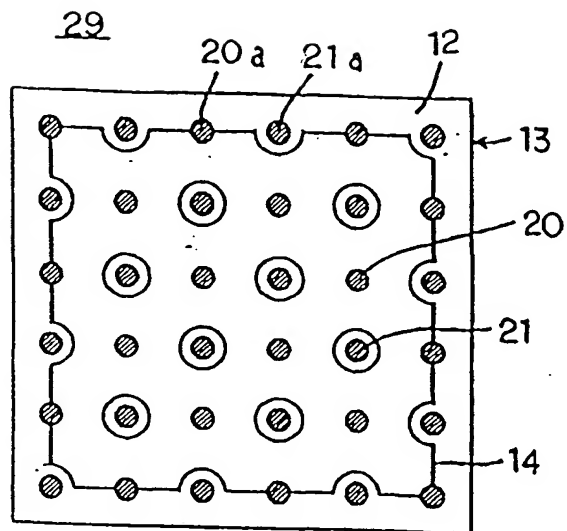


FIG. 9 30

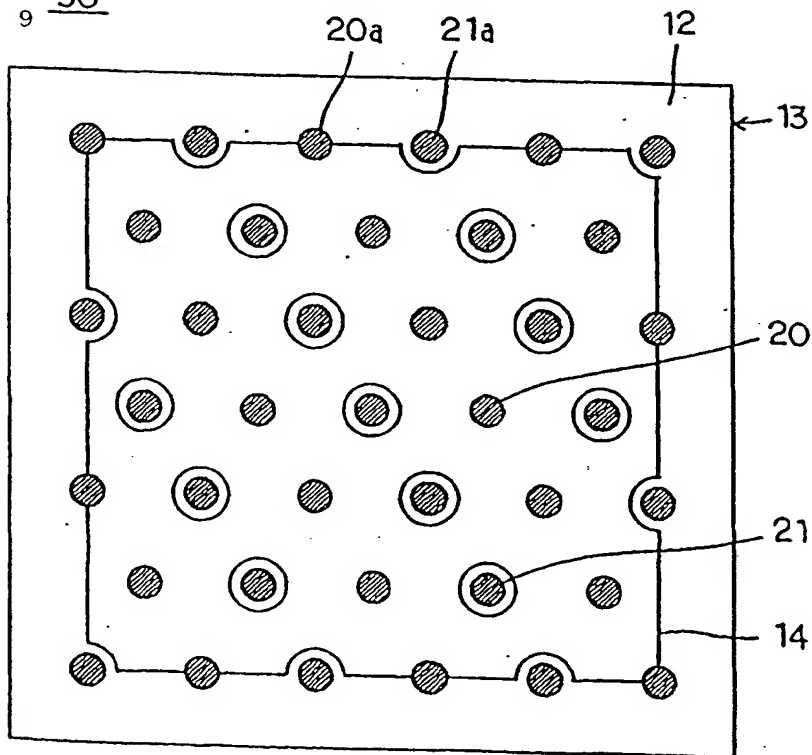


FIG. 10

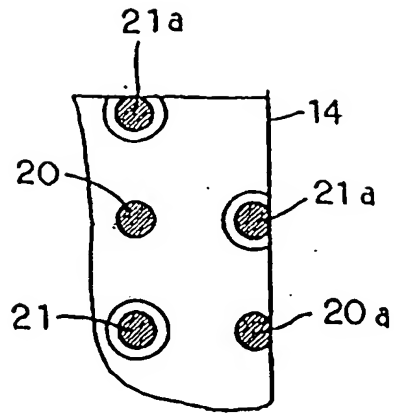
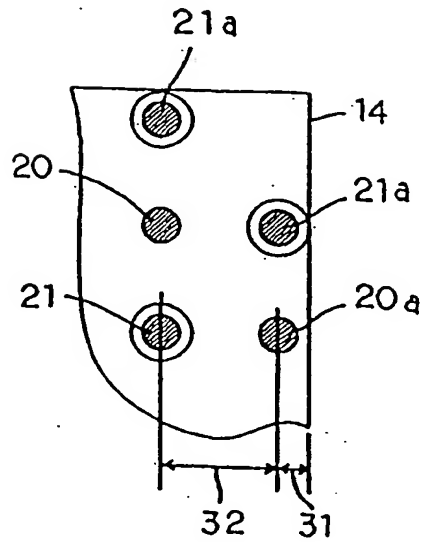


FIG. 11



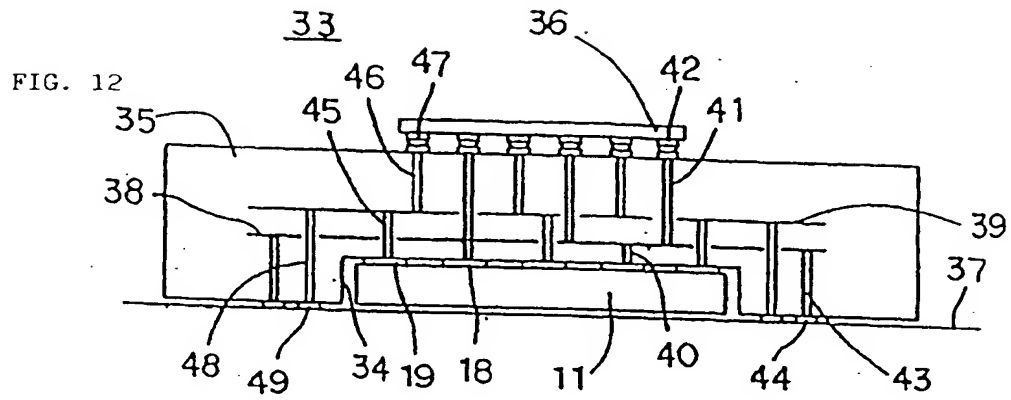
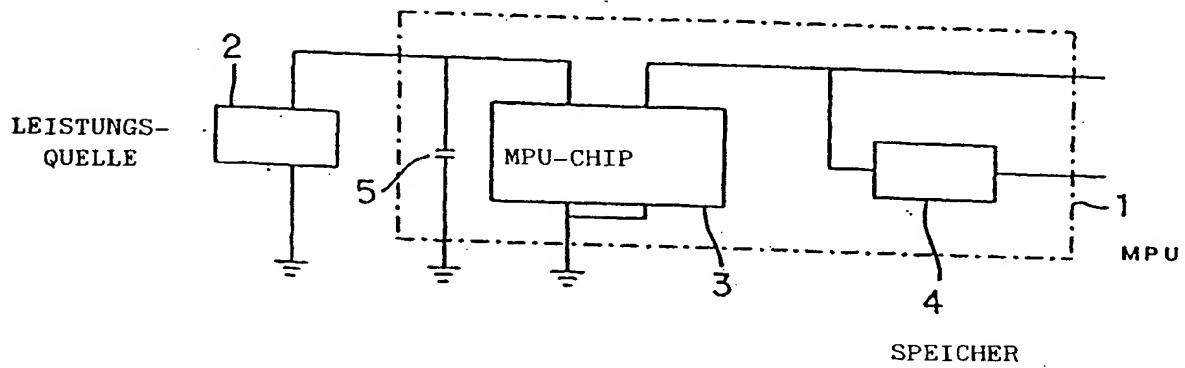


FIG. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)